

## DAS LEBEN DER TISZA. XXVII. ZUR FRAGE DER POTAMOLIMNOLOGIE UND DES POTAMOPLANKTONS

G. UHERKOVICH

Biologische Station für Tisza—Forschung der József Attila Universität Szeged  
(Eingegangen am 19. April 1966)

### Potamolimnologie, Plankton, Potamoplankton

Aus der Limnologie — die selbst ein ziemlich junger biologischer Forschungszweig ist—differenzierte sich etwa um die Jahrhundertwende die Potamolimnologie heraus. Um die Jahrhundertwende sind die ersten „flussbiologischen“ Arbeiten erschienen, in denen sich eine besondere, für die Flüsse als für ganz eigenartige Ökorräume adäquate Betrachtungsweise geltend machte.

Die Oder (B. SCHRÖDER, 1899), Moldau (PROWAZEK, 1899), Donau (BRUNNTHALER, 1900), Themse (FRITSCH, 1903), Weser (LEMMERMANN, 1907), Elbe (VOLK, 1908) waren unter den europäischen Flüssen die ersten Objekte solcher Untersuchungen. In Amerika wurde der Illinois River (KOFOID, 1908) sehr eingehend, in vieler Hinsicht mit bahnbrechender Methodik und neuartiger Betrachtungsweise untersucht; die Ergebnisse dieser Arbeit beeinflussten die Erforschung der Flüsse Limmat (LIMANOWSKA, 1912), Havel (BETHGE, 1915, KRIEGER, 1927), Wolga (SCHUTOFF, 1922), Oka (MEYER, 1923, 1928), Dniester (SWIRENKO, 1926), Warthe (BENIN, 1926), Loire (CILLEULS, 1926), Thouet (CILLEULS, 1927), um die wichtigsten Beiträge zur potamolimnologischen Forschung dieser Zeit aufzuzählen. Die erste Periode der Potamolimnologie, die eine Zeitspanne von rund drei Jahrzehnten einnahm (1899–1928), war vor allem von qualitativen Methoden beherrscht. Die ökologischen Grundlagen wurden in den meisten Fällen bereits erforscht, die Tendenz einer quantitativen Bearbeitung der vorgefundenen Zönosen war zu dieser Zeit noch kaum bemerkbar. Als reifsten Arbeiten dieser Periode gelten die Arbeiten von LAUTERBORN über den Rhein (1910, 1916, 1917, 1918) und die von BEHNING (1928) über die Wolga.

Von einigen frühzeitigen Versuchen abgesehen (z. B. die Arbeit von ALLEN aus dem Jahre 1920 über den San Joaquin River) verbreiteten sich die quantitativen Methoden in der Potamolimnologie erst von den dreißiger Jahren. Die Arbeiten über die Flüsse Ruhr, Lippe und Eder (BUDDE, 1930, 1932, 1935), Main (JÜRGENSEN, 1935), White River Canal (COFFING, 1937), Oberrhein (JAAG, 1938), Themse (RICE, 1938), Mulde (H. SCHRÖDER, 1939) sind charakteristische Werke für diese zweite Periode der Potamolimnologie.

Von den vierziger Jahren an wurden die potamolimnologischen Forschungsprobleme immer mehr und mehr durch eine Synthese der modernen Methoden

gelöst. (Synthese von wasserchemischen, aut- und synökologischen, quantitativen biozönotischen usw. Methoden.) Für die weitere Entwicklung der Potamolimnologie in dieser dritten, neuesten Periode sind vielleicht die Arbeiten über folgende Flüsse am kennzeichnendsten: Ohio River (BRINLEY und KATZIN, 1942), Tennessee River (LACKEY, 1942), White River Canal (HUPP, 1944), Donau (SCHALLGRUBER, 1944), Rio de la Plata (GUARRERA, 1950), Molléa und Tima (FJERDINGSTAD, 1950, 1958), Weichsel (WYSOCKA, 1950, 1952), Missouri River (BERNER, 1951), Cooum (JYENGAR und VENKATARAMAN, 1951), Weisser und Blauer Nil (BROOK, 1954, RZÓSKA, BROOK, PROWSE, 1955), Nil (TALLING, 1956), Weichsel (GERLOFF, 1958). Die aufgezählten Arbeiten versuchen ein mehr-weniger umfassendes potamolimnologisches Bild über die betreffenden Flüsse zu geben. Nicht gering ist die Zahl zu dieser Periode jener Arbeiten, die bloss ein potamolimnologisches Teilproblem lösen wollten, wie etwa die Arbeiten von RAABE (1951), SCHEELE (1952, 1953), die die spezifischen Fragen der *Diatomeen*flora einiger Flüsse erörterten, oder die Arbeit von RAGOTZKE und POMEROY (1957), die über eine aus *Dinoflagellaten* bestehende Wasserblüte eines Flusses berichtete, ferner die Arbeit von PROWSE und TALLING (1958), die im Falle des Weissen Nils die saisonale Vermehrung einiger Planktonalgen schilderte. (Diese Aufzählung — ebenso, wie die vorausgehende — möchte nur durch ausgewählte Beispiele die betreffenden Forschungsrichtungen andeuten. Von einer Aufzählung neuester Werke haben wir in dieser forschungsgeschichtlichen Skizze abgesehen.)

Eine zusammenfassende Schilderung über die Ökologie der Flussalgen gibt BLUM (1965) mit einer reichhaltigen Referenz (243 Werke!).

Die ungarländischen Forschungen, die in der taxonomischen Algologie und Protistologie, bzw. der limnologischen Erforschung der Stillgewässer bereits in den 1930er Jahren ein ziemlich hohes Niveau erreicht haben, richteten ihr Augenmerk erst um den ausgehenden vierziger Jahren auf die speziellen Fragen der Potamolimnologie ungarländischer Flüsse. Die Arbeiten von KESSELYÁK (1945), UHERKOVICH (1946), DUDICH (1948) enthielten bereits konkrete Pläne über die komplexe Erforschung der Lebewelt der Donau und der Theiss (Tisza), der beiden grössten ungarländischen Flüsse. Diese Pläne fanden ihre Realisierung aber erst nach der Gründung der biologischen Stationen für Donau-, bzw. Theiss-Forschung, also nach 1957. Eine Aufzählung der Arbeiten, die bisher über die Donau- und Theiss-Algen erschienen sind, gaben SZEMES (1960, 1961) und UHERKOVICH (1966).

Um eine skizzenhafte Übersicht über das Werden der Potamolimnologie zu geben, hielt ich darum für notwendig, da ich mit dieser Einleitung eingehende Erörterung einer der wichtigsten Zentralfragen der Potamolimnologie, nämlich der des „Potamoplanktons“ unterstützen wollte.

Das Wort „Plankton“ wurde von HENSEN im Jahre 1887 geprägt. Er wollte unter „Plankton“ verstehen: „Alles, was im Wasser treibt, einerlei, ob hoch oder tief, ob tot oder lebendig, aber nur bezogen auf Organismen.“ WARMING (1896) betonte, dass die losgerissenen litoralen Organismen, bzw. die benthischen Formen nicht zum Plankton gehören. VOLK (1901) und KOLKWITZ (1911) betonten (vgl. KOLKWITZ 1921 B), dass zum Plankton nur jene lebendigen Organismen zu zählen sind, die in der frei schwebenden Lebensweise ihre normalen Lebensbedingungen finden. Seither wird der Begriff „Plankton“ in dieser Umgrenzung gebraucht.



Bald nach der Geburt des Begriffes „Plankton“ stellte sich die Frage, ob auch die Flüsse ein eigenes Plankton besäßen, also ob es ein „Potamoplankton“ gäbe. SCHÜTT (1893) meinte, dass von einem, grossen Flüssen eigentümlichen, Plankton keine Rede sein könne, da alle flottierenden Organismen aus jenen Bächen und Gräben stammen, welche die Flüsse speisen. Dagegen wies ZACHARIAS (1893) darauf hin, dass das Flussplankton zu bedeutend sei, dass es nur aus den kleinen Zuflüssen des Oberlaufes entstammen könnte. Er meinte, als „Infektionsherde“ gelten vielmehr die vielen Buchten der Ufer, wo sich das Plankton entwickelt und von wo es in das freie Wasser hinausgespült wird.“

Seit das Problem des „Potamoplanktons“ aufgeworfen worden ist, sind mehr als sechs Jahrzehnte vergangen. Diese Zeitspanne hat uns — wie das aus der geschichtlichen Übersicht hervorgeht — über das Flussplankton eine reiche Fülle von Ergebnissen gebracht, und so können wir in den Fragen des „Potamoplanktons“ eindeutige Stellung einnehmen. So können wir ganz einwandfrei von einem eupotamischen Plankton sprechen, und darunter verstehen wir jene Organismen, die sich im fliessenden Wasser vermehren können und in vielen Fällen die Hauptmasse des „Potamoplanktons“ ausmachen, ferner vom tychopotamischen Plankton, das aus ruhigem stillem Wasser in das fliessende Wasser hinausgespült und von diesem fortgeschleppt wurde, ohne sich dort im allgemeinen vermehren zu können. Dagegen können wir von einem autopotamischen Plankton gewiss nicht sprechen. Es gibt kein spezifisches Flussplankton, das aus Formen bestehe, die nicht im stillen Wasser gefunden werden. Ausser den eupotamischen und tychopotamischen Planktonorganismen haben in der Zusammensetzung des Potamoplanktons von der Turbulenz des Flusswassers aufgewirbelte und flottierte benthische Organismen, ferner losgerissene epiphytische Thallstücke, Algenkolonien einen nicht unbedeutenden, in vielen Fällen sogar dominierenden Anteil. Zur Schwebewelt der Flüsse gehören also nicht bloss richtige Planktonorganismen, sondern auch solche der benthischen und ripalen Lebensräume. Die Ausdrücke „eupotamisch“, „tychopotamisch“, „autopotamisch“ wurden übrigens von ZIMMER (1899) geprägt (vgl. GESSNER, 1955).

ACKENHEIL (1945, 1946) betont, dass wir im Fliesswasser auf Verhältnisse stossen, die sich mit dem üblichen, einseitig aus den charakteristischen Verhältnissen des stehenden Wassers entwickelten Plankton-Begriff nicht in Einklang bringen lassen. Er betont, das „wir zur Bezeichnung derartiger (im Fliesswasser vorhandener) Verhältnisse eines klar definierten Ausdruckes bedürfen“, und es wurde von ihm hierfür der „Rheon“-Begriff geprägt. Die Begriffe „Plankton“ und „Rheon“ seien folgendermassen abzugrenzen: Das Plankton repräsentiert den standorteigenen Bestand an schwebenden Organismen im Innern eines Wasserkörpers, sei es eines stehenden Gewässers (=Limnoplankton, Heleoplankton) oder eines fliessenden Gewässers (=Potamoplankton). Das Rheon repräsentiert dagegen die standortfremde Mikroorganismenflora im Innern einer Wassermasse, sei es eines stehenden Gewässers (=Limnorheon, Heleorheon) oder eines fliessenden Gewässers (=Potamorheon). Das Rheon hat als Organismenbestand „den Charakter einer losen Organismenkonstellation ohne nennenswerte soziologische Affinität der einzelnen Glieder.“ Es ist ferner für das Rheon charakteristisch, dass sich der Entwicklungszyklus der Konstituenten im wesentlichen an anderen Standorten vollzieht.

ACKENHEIL (1946) macht darauf aufmerksam, dass in seichten Seen — durch die die ganze Wassermasse durchmischenden Wasserbewegungen verursacht — oft Verhältnisse herrschen, die im wesentlichen an die Sachlage in Fliessgewässern erinnern. Darum ist die Aufstellung des Begriffes „Limnorheon“ wohl berechtigt. Selbstverständlich ist das Rheon doch in erster Linie ein Problem der Fliessgewässer.

Man kann auch von Übergangsformen zwischen Plankton und Rheon sprechen. Die Fliessgewässer mit einem stärkeren Gefälle gehören zur Gruppe der „Rheon-Flüsse“. Bei grösseren Fliessgewässern mit herabgesetzter Strömungs-

geschwindigkeit ist es richtig von „Planktorheon-Flüssen“ oder „Rheoplankton-Flüssen“ zu sprechen, wie etwa im Falle der meisten Flachlandflüsse des Kontinents. Von einem echten „Plankton-Fluss“, der zu jeder Jahreszeit von solchem Charakter wäre, kann man wohl kaum sprechen.

Nach diese Abschweifung, die wir für die Besprechung der sehr bemerkenswerten Erörterungen von ACKENHEIL machten, wollen wir zu unserem eigentlichen Thema, zur Frage des Potamoplanktons zurückkehren. In dem Potamoplankton überwiegen in machen Fällen tatsächlich die „Rheon-Elemente“, doch gibt es Jahreszeiten und Flussabschnitte, die von Übergangsformen zwischen Plankton und Rheon gekennzeichnet sind. In solchen Organismenbeständen tritt der Planktoncharakter schon deutlich zum Vorschein, und in diesen Fällen spricht man im allgemeinen berechtigt vom „Potamoplankton“.

Es wäre allerdings wünschenswert, im Sinne von ACKENHEIL eine genauere Abstufung und Abgrenzung in den einzelnen konkreten Fällen zwischen „Potamorheon“, „Potamoplanktorheon“ und „Potamoplankton“ zu erzielen, doch hat sich das bisher in den potamolimnologischen Fortschungen noch nicht durchgesetzt.

Es gibt kein artspezifisches Potamoplankton und dennoch gibt es kennzeichnende Züge, die das Potamoplankton im allgemeinen und das Potamoplankton der einzelnen Flüsse im speziellen charakterisieren. Die Quellen des Potamoplanktons sind gewiss die stillen Buchte des Flusses, die Seen, die der Fluss durchströmt, die Altwässer, die ständig oder vorübergehend mit dem Fluss unmittelbar verbunden sind, die Tümpel des Überschwemmungsgebietes zur Hochwasserzeit usw., aber der Umstand, welche von diesen vielerlei Organismen im Fluss auch weiterhin ans Leben bleiben oder sich sogar vermehren, wird allein von den Eigentümlichkeiten des Flusses selbst bestimmt. Nicht die taxonomische Zusammensetzung, die Artspezifität, sondern vielmehr die quantitative Zusammensetzung, die konkreten Individuenzahlen der einzelnen Arten sind für das Potamoplankton eines konkreten Flussabschnittes zu einer bestimmten Zeit kennzeichnend. Für die Erforschung der Lebensgeschichte des Potamoplanktons sind die Untersuchungen entlang den Fluss am aufschlussreichsten – wie wir das im nächsten noch eingehender erörtern wollen.

Es wurde bereits von SCHRÖDER (1899) die Gesetzmässigkeit erkannt, dass sich das Plankton der Flüsse um so schlechter entwickelt, je grösser die Strömungsgeschwindigkeit ist. Vieles spricht dafür, dass wenn die Strömungsgeschwindigkeit 1 m/sec überschreitet, werden die Bedingungen für die Entfaltung des Potamoplanktons ungünstig (vgl. BEHNING, 1928, UHERKOVICH, 1958, WAWRIK, 1962 usw.). Unterhalb dieser Strömungsgeschwindigkeit nähern sich die ökologischen Verhältnisse immer mehr denen der stehenden Gewässer.

Für das Zustandekommen und die Zusammensetzung des Potamoplanktons sind die vornehmlich von der Strömungsgeschwindigkeit bestimmte Turbulenz und die vom Pegelstand und Flussbettmaterial bestimmte Menge an Schwebstoffen (anorganischen Schwemmstoffen) ausschlaggebend. Die Turbulenz verursacht eine mehr-weniger kräftige Durchmischung des Flusswassers und dadurch lässt sie benthische Elemente ins Potamoplankton gelangen. Die Turbulenz und die Menge der Schwebstoffe bestimmen gemeinsam die Durchsichtigkeit und dadurch das Lichtklima des Flusswassers. Die Phytoplanktonproduktion wird neben der Wassertemperatur – die ebenfalls vom Wasserstand beeinflusst wird – vornehmlich durch die aktuelle Durchsichtigkeit bestimmt. Also im jahres-



zeitlichen Zusammenspiel der ökologischen Faktoren, die das Gedeihen des Phytoplanktons bestimmen, spielt die Faktorenkette „Wasserstand – Mass der Turbulenz – Menge der Schwebstoffe – Durchsichtigkeit des Wassers – Intensität der Photosynthese“ eine äusserst wichtige Rolle. Grössere Sandkörnerchen und dergleichen, die durch die Turbulenz kräftig bewegt werden, wirken als mechanisch auslesende Faktoren in der Lebewelt des Potamoplanktons. In den Übergangsperioden von niedrigerem zu höherem Wasserstand wird wohl auch die „Verdünnung“ eine Rolle in der unmittelbaren Gestaltung des konkreten Planktonaspekts spielen, doch später, als der Wasserstand für etwas längere Zeit ständig wird, tritt dieser Faktor bestimmt in Hintergrund.

### Quantitative Veränderungen im Potamoplankton entlang den Fluss

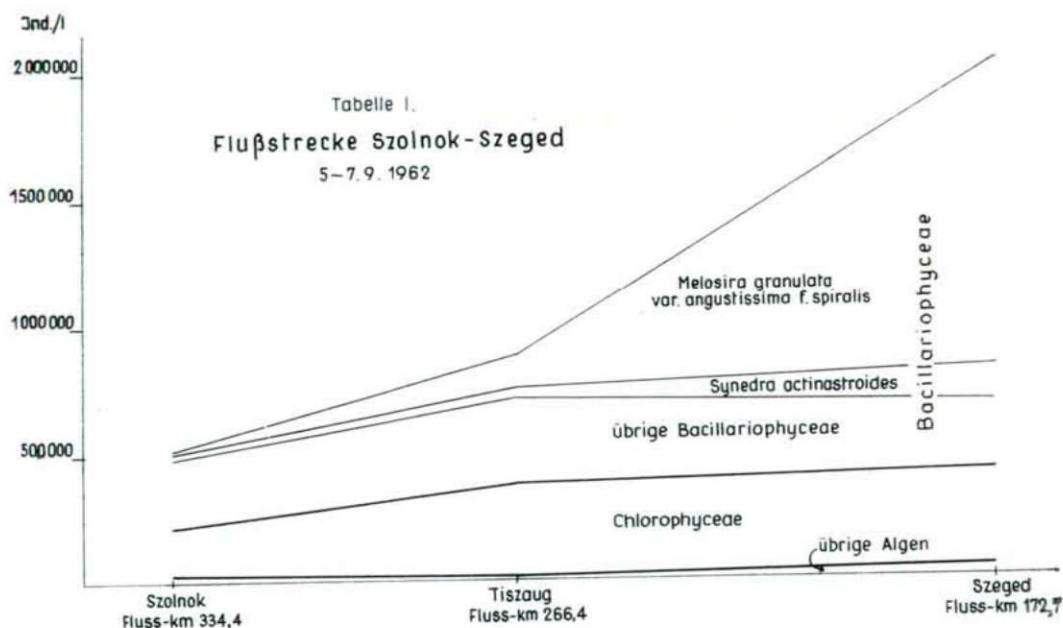
Die Planktonalgengemeinschaften eines Flusses sind ihrer Abstammung nach aus „fremden“ Elementen zusammengesetzt, das Potamoplankton ist im Grund genommen ein „geborgtes Plankton“ (CILLEULS, 1962), aber dieses gestaltet und vermehrt sich im weiteren Verlaufe je nach den speziellen Verhältnissen des Flusses und somit ist seine Form offenbar dem Einwirken des Flusses zu verdanken. Es ist eine seit langem festgestellte Tatsache (vgl. HENTSCHEL, 1923), dass grössere Flüsse eine über lange Strecke wandernde, physiographisch relativ beständige Hauptwassermasse (die Strömnuglinie und ihre Umgebung; Eupotamos bei UHERKOVICH, 1959) besitzen. Eine, durch kontinuierliche Einwirkung eines längeren Flussabschnittes herausgebildete Planktonalgengemeinschaft kann mit recht als „periodisch autotochton“ betrachtet werden. Dies tritt besonders dann zum Vorschein, wenn im Einzugsgebiet des Flusses oder wenigstens auf einem grösseren Teil desselben, längere Zeit hindurch ausgeglichene Witterungsverhältnisse herrschen.

Die Frage, inwiefern – den verschiedenen Flusszuständen entsprechend – Planktonalgengemeinschaften von bestimmter quantitativer und qualitativer Zusammensetzung im Flusse erscheinen, muss bei den einzelnen Flüssen speziell untersucht werden, doch können sich durch Übereinstimmungen bestätigte Ergebnisse verallgemeinern lassen. Ein Gebiet, wo solche Verallgemeinerungen für das Wesen des Potamoplanktons vieles aussagen, ist die Untersuchung der quantitativen Veränderungen im Potamoplankton entlang den Fluss, also durch quantitative Längsprofilaufnahmen. Die bei solchen Untersuchungen festgestellten Veränderungen könne es am eindeutigsten beweisen, inwiefern das Potamoplankton als eine planktonische Lebensformation zu betrachten sei und ob diese planktonische Formation tatsächlich „autochtone“ Züge besitze?

Selbstverständlich können solche Längsprofiluntersuchungen nur bei Anwendung entsprechender Methoden zu einwandreien Ergebnissen führen. Trotz den Schwierigkeiten, die von der verhältnismässig grossen Menge der Schwebstoffe verursacht werden, finde ich für quantitative Bearbeitung der Planktonalgengemeinschaften der Flüsse die Utermöhl'sche Methode am geeignetsten. Bei solchen Längsprofiluntersuchungen verfahren ich so, dass ich die Proben – die Strömungsgeschwindigkeit in Betracht ziehend – annähernd immer aus demselben Wasserkörper nehme. (Der Verlauf der Hochwasserflutwellen zu verschiedenen Pegel-

ständen gibt gute Stützpunkte für eine pünktlichere Planung der Probeentnahmezeiten für die einzelnen Probeentnahmestellen.) Wenn wir solche Längsprofiluntersuchungen zur Zeit ausgeglichener Witterungsverhältnisse, also im Flusszustand mit andauernd gleichbleibendem Pegelstand, ausführen, so können wir in den meisten Fällen zu sehr aufschlussreichen Ergebnissen gelangen.

Ich möchte das an drei Beispielen des Theiss-Planktons beweisen. Die Theiss (Tisza), der grösste Nebenfluss der Donau, ist einer der am besten erforschten Flüsse Europas. (Bibliographie der algologischen Erforschung des Flusses s. UHERKOVICH, 1966.)



Die Tabelle I. stellt ein typisches Bild aus dem spätsommerlichen Theiss-Plankton (Anfang September 1962) dar. Von Mitte August an herrscht in der Theiss meistens ein sehr niedriger Wasserstand, das Wasser wird verhältnismässig durchsichtig. Im warmen Wasser mit photosynthesefördernden Lichtverhältnissen entfalten sich im Phytoplankton die Produktionsmaxima von 500 000–3 000 000 Gesamtindividuen/l. (Ich möchte hier folgendes bemerken: Ich verwende bei meinen Planktonzönosenanalysen durchwegs Ind./l-Werte. Eine Zellenzahl/l bei sämtlichen Algengruppen festzustellen ist praktisch undurchführbar, z. B. bei Blaualgen, grünen Fadenalgen usw. Andererseits interessiert uns bei einer Zönosenanalyse vor allem jener Umstand, wie oft, mit welcher Häufigkeit dieser oder jener Organismus in einer konkreten Planktongemeinschaft vorkommt. Und das kann man am eindeutigsten mit den Individuenzahlen/Raumeinheit veranschaulichen, wobei z. B. eine Zelle von *Nitzschia acicularis*, ein Zönobium von *Scenedesmus* oder *Pediastrum*, eine Zellkette von *Melosira granulata* var. *angustissima* oder eine Kolonie von *Microcystis aeruginosa* als je ein „Individuum“ betrachtet wird.)



Die Angaben der Tabelle I. beziehen sich auf eine 162 km lange Flussstrecke im Unterlauf des Flusses, zwischen den Städten Szolnok und Szeged. Die Gesamtindividuen/l-Werte ( $\Sigma$  Ind./l) nehmen an dieser Strecke – im selben Wasserkörper! – auffallend zu, von rund 500 000 auf 2 000 000. Diese Zunahme ist fast ausschliesslich zwei Kieselalgen, der *Melosira granulata* var. *angustissima* f. *spiralis* und der *Synedra actinastroides* zu verdanken. Die Zunahme des Grünalgenanteils – und besonders die der *Chlorococcales* – ist auch signifikant (von rund 200 000 auf rund 380 000), doch nicht so auffallend gross, wie bei den erwähnten Kieselalgen. Zu dieser Zeit hat das Theiss-Plankton ein „periodisch autochtones“ Gepräge, das durch die fast wasserblütenartige Vermehrung einiger echter Planktonorganismen betont wird.

Die Tabelle II. bringt ein typisches Beispiel aus der Periode der winterlichen Produktionsminima. Es wurde im Februar 1962 eine 450 km lange Flussstrecke zwischen Tiszabecs und Szolnok untersucht. Das Phytoplankton bestand zu dieser Zeit fast ausschliesslich aus Kieselalgen. Für die an Art- und Individuenzahl gleichfalls spärliche Planktongemeinschaft sind die Kieselalgen *Diatoma vulgare* und *Synedra ulna* gewissermassen kennzeichnend. Die verhältnismässig grosse Individuenzahl von *Diatoma vulgare* ist im Oberlauf des Flusses (bei Tiszabecs) auf die dort herrschende grössere Strömungsgeschwindigkeit zurückzuführen, die viele benthische Organismen vom steinigen Flussbett losreisst. In ruhigeren Flussstrecken des Mittellaufes (bei Domborád und Tokaj) nimmt die Zahl dieser Alge auffallend ab. Dagegen scheint diese untere Flussstrecke für das Gedeihen der Alge *Synedra ulna* günstiger zu sein.

Die Tabelle III. bringt ein typisches Beispiel aus der Periode einer allmählichen Produktionszunahme im Frühjahr April 1962. Diese Längsprofiluntersuchung umfasste ebenfalls die 450 km lange Flussstrecke Tiszabecs–Szolnok. Im Oberlauf (Tiszabecs) ist die Zahl der offenbar vom steinigen Flussbett losgerissenen und in das Potamoplankton versetzten Exemplare von *Diatoma vulgare* und *Ceratoneis arcus* auffallend gross; in den weiteren Flussstrecken ist diese Alge nur mit bescheidenen Individuenzahlen vertreten. Auf den Flussstrecken mit geringer Strömungsgeschwindigkeit vermehrt sich die typische Planktonalge *Nitzschia acicularis*. Die höchste Individuenzahl erreicht diese Alge im rückgestauten Abschnitt des Flusses bei Tokaj. Die allmähliche Zunahme dieser Alge ist ein Charakterzug des Potamoplanktons der Theiss zu dieser Periode.

### Schlussbetrachtung

Die Flüsse representieren hyperdynamische und von den übrigen Gewässern in vielen Wesenszügen völlig abweichende Lebensstätten. Dies begründet die Absonderung der Potamolimnologie innerhalb der Limnologie. Die Potamolimnologie ist aber erst am Anfang des Weges, um ihre speziellen Gesetzmässigkeiten in einem System zusammenzufügen. Es gibt in der Tat eine Fülle von potamolimnologischen Forschungen, aber eine Wissenschaft „Potamolimnologie“ ist erst im Werden.

Eines der wichtigsten Zentralprobleme der Potamolimnologie ist das des Potamoplanktons. Unter den Verfahrungsweisen, die zur Lösung dieses Problems führen, ist die der Längsprofiluntersuchungen am wertvollsten. Diese Untersuchun-

Tabelle II  
**Flußstrecke Tiszabecs-Szolnok**  
 23-27.2.1962.

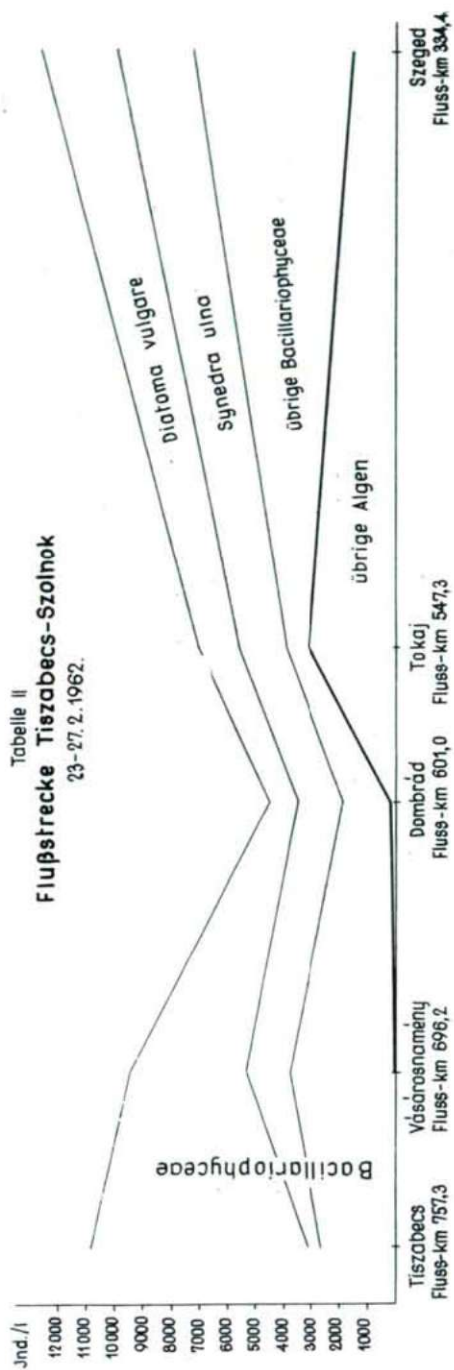
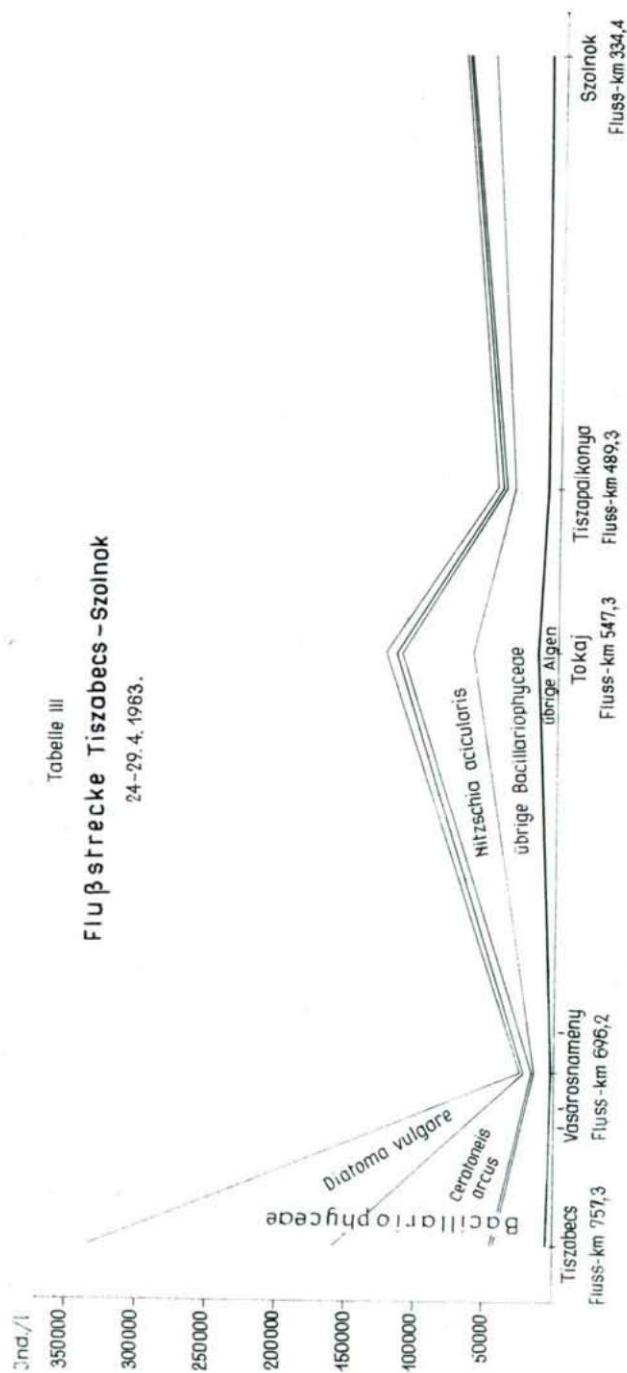




Tabelle III  
**Flußstrecke Tiszabecs - Szolnok**  
 24.-29.4.1963.



gen mögen mit einer zuverlässigen quantitativen Methode (z. B. mit der Utermöhl'schen Methode), und zwar so ausgeführt werden, dass die Probeentnahme womöglich immer aus demselben, allmählich weiterwandernden Wasserkörper erfolge. Solche Untersuchungen an der Theiss (Tisza) – an einem „Planktorheon-Fluss“ im Sinne von ACKENHEIL – haben eindeutig bewiesen, dass sich das Potamoplankton des Flusses bei gewissen Vorbedingungen, wie etwa bei ausgeglichenen Witterungsverhältnissen und dadurch bestimmten gleichmässigem Wasserstand – in vieler Hinsicht unzweifelhaft „planktonartig“ benimmt (signifikante, manchmal sogar Sestonfärbung hervorrufende Zunahme von echten Planktonorganismen entlang den Fluss). Andererseits geben solche Untersuchungen für die Charakteristika der einzelnen grösseren Flussstrecken gute Auskünfte (z. B. über eine typische Oberlaufstrecke mit steinigem Flussbett, oder über eine rückgestaute Flussstrecke usw.).

### Literatur

- ACKENHEIL, H. V. (1945): Växtekologisk vattendragsklassificering med särskild hänsyn till vattendragens trofiska bonitet. — Lund.
- ACKENHEIL, H. V. (1946): Rheon aus dem Flusse Lagan bei Ägård. Ein Beitrag zur Kenntnis der Mikroorganismenflora in Fließgewässern. — Meddelanden från Telmatologiska Stationen Ägård, 4, 1–34.
- ALLEN, W. E. (1920): A quantitative and statistical study of the plankton of the San Joaquin River. — Univ. Cal. Publ. Zool. 22, 1–292.
- BEHNING, A. (1928): Das Leben der Wolga. — Stuttgart.
- BENNIN, E. (1926): Das Plankton der Warthe in den Jahren 1920–1924. — Arch. f. Hydrobiol. 17, 545–593.
- BERNER, L. M. (1951): Limnology of the lower Missouri River. — Ecology, 32, 1–12.
- BETHGE, H. (1915): Das Plankton der Havel bei Potsdam. — Arch. f. Hydrobiol. 10, 193–240.
- BLUM, J. L. (1956): The ecology of river algae. — Botanical Review, 12, 291–341.
- BRINLEY, F. J. (1943): The effect of pollution upon the plankton population of the White River, Indiana. — Invest. Indiana Lakes and Streams, 2, 137–143.
- BRINLEY, F. J.—L. I. KATZIN (1942): Distribution of stream plankton in the Ohion River System. — Amer. Midland. Nat. 27, 177–190.
- BROOK, A. J. (1954): A systematic account of the phytoplankton of the Blue and White Nile. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 12, 7, 648–656.
- BRUNNTHALER, J. (1900): Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. — Verh. k.-k. Zool.-Bot. Ges. Wien, 50, 308–311.
- BUDDE, H. (1930): Die Algenflora der Ruhr. — Arch. f. Hydrobiol. 21, 559–648.
- BUDDE, H. (1932): Limnologische Untersuchungen niederrheinischer und westfälischer Gewässer. Die Algenflora der Lippe und ihrer Zuflüsse. — Arch. f. Hydrobiol. 24, 187–252.
- BUDDE, H. (1935): Die Algenflora der Eder. — Arch. f. Hydrobiol. 28, 240, 253.
- CILLEULS, J. (1926): Le phytoplankton de la Loire. — Comp. Rend. Acad. Sci. (Paris) 182, 649–651.
- CILLEULS, J. (1927): Le phytoplankton du Thouet, affluent de la Loire. — Comp. Rend. Acad. Sci. (Paris), 184, 389–391.
- COFFING, CH. (1937): A quantitative study of the phytoplankton of the White River Canal, Indianapolis, Indiana. — Butler Univ. Bot. Stud. 4, 13–31.
- DUDICH, E. (1948): A Duna állatvilága. — A Természettudomány, 3, 166–180.
- FJERDINGSTAD, E. (1950): The microflora of the River Mølleaa with special reference to the relation of the benthic algae to pollution. — Fol. Limnol. Scandinav. 5, 1–123.
- FJERDINGSTAD, E. (1958): Undersøgelse af Tima. — Dansk. Ingeniørforening, 12, 1–52.
- FRITSCH, F. E. (1903): Further observations on the phytoplankton of the River Thames. — Ann. Bot. 17, 631–647.
- GERLOFF, J. (1958): Das Phytoplankton des Unterlaufes der Weichsel zwischen Plock und Danzig. — Willdenowia, 2, 53–110.



- GESSNER, F. (1955): Hydrobotanik. I. — Berlin.
- GUARRERA, S. A. (1950): Estudios hidrobiológicos en la Rio de la Plata. — Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. Cienc. Bot. 2, 1—62.
- HENTSCH, E. (1923): Grundzüge der Hydrobiologie. — Jena.
- HUPP, E. R. (1944): Plankton and its relation to chemical factors and environment in White River Canal, Indianapolis, Indiana. — Butler Univ. Bot. Stud. 6, 30—53.
- IVENGAR, M. O. P.—G. VENKATARAMAN (1951): The ecology and seasonal succession of the River Cooum at Madras with special reference to the *Diatomaceae*. — Jour. Madras Univ 21, 140—192.
- JAAG, O. (1938): Die Kryptogamenflora des Rheinfalls und Hochrheins von Stein bis Eglisan. — Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, 14, 1—158.
- JÜRGENSEN, CH. (1935): Die Mainalgen bei Würzburg. — Arch. f. Hydrobiol. 28, 361—414.
- KESSELYÁK, A. (1945): A Tisza természetstudományi monográfiájának tervezete. — Alföldi Tud. Int. Évkönyve, 1, 1—12.
- KOFOID, C. A. (1908): The plankton of the Illinois River, 1894—1899. II. Constituent organisms and their seasonal distribution. — Bull. Ill. State Lab. Nat. Hist. 8, 1—355.
- KOLKWITZ, R. (1912 a): Das Plankton des Rheinstromes von seinen Quellen bis zur Mündung. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 30, 205—226.
- KOLKWITZ, R. (1912 b): Plankton und Seston. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 30, 334—346.
- KRIEGER, W. (1927): Zur Biologie des Flussplanktons. Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes. — Pflanzenforschung, 10, 1—66.
- LACKEY, J. B. (1942): The plankton Algae and Protozoa of two Tennessee Rivers. — The Amer. Midl. Natur. 27, 191—202.
- LAUTERBORN, R. (1910): Die Vegetation des Oberrheins. — Verh. Naturhist.-Mediz. Ver. Heidelberg, 20, 450—502.
- LAUTERBORN, R. (1916, 1917, 1918): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. — Sitzungsber. Heidelberg. Akad. Wiss. 7, 1—61; 8, 1—70; 9, 1—87.
- LEMMERMANN, E. (1907): Das Plankton der Weser bei Bremen. — Arch. f. Hydrobiol. 2, 393—447.
- LIMANOWSKA, H. (1912): Die Algenflora der Limmat. — Arch. f. Hydrobiol. 7, 331—408, 523—594.
- MEYER, K. (1923): Das Phytoplankton des Flusses Oka bei Murom in den Jahren 1919—1921. — Arb. Biol.-Oka-Stat. Murom, 2, 13—61.
- MEYER, K. (1928): Introduction to the algological flora of the River Oka and its valley. I. The Oka. — Arb. Biol. Oka-Stat. Murom, 5, 4—53.
- PROWAZEK, S. (1899): Das Potamoplankton der Moldau und Wotawa. — Verhandl. d. k.-k. Zool.-Bot. Ges. Wien, 49, 446.
- PROWSE, G. A.—J. F. TALLING (1958): The seasonal growth and succession of planktonalgae in the White Nile. — Limnol. and Oceanogr. 3, 22—238.
- RAABE, H. (1951): Die Diatomeenflora der ostholsteinischer Fließgewässer. — Arch. f. Hydrobiol. 44, 521—638.
- RAGOTZKE, R. A.—L. R. POMEROY (1957): Life history of a dinoflagellate bloom. — Limnol. and Oceanogr. 2, 62, 69.
- RICE, C. H. (1938): Studies in the phytoplankton of the River Thames (1928—1932). — Ann. Bot. (nov. ser.), 2, 539—591.
- RZÓSKA, J.—A. J. BROOK—G. A. PROWSE (1955): Seasonal plankton development in the White and Blue Nile near Khartoum. — Verh. Int. Ver. Limnol. 12, 327—334.
- SCHALLGRUBER, F. (1944): Das Plankton des Donaustromes bei Wien in qualitativer und quantitativer Hinsicht. — Arch. f. Hydrobiol. 39, 665—689.
- SCHÉE, M. (1952): Systematische-ökologische Untersuchungen über die *Diatomeenflora* der Fulda. — Arch. f. Hydrobiol. 46, 305—423.
- SCHÉE, M. (1953): Das Kieselalgenplankton am Zusammenfluss von Werra und Fulda. Zugleich ein kurzer Beitrag zur Frage der Entwicklung der Halophytenflora. — Ber. d. Limnol. Fluss-stat. Freudenthal, 5, 43—47.
- SCHRÖDER, B. (1899): Das pflanzliche Plankton der Oder. — Forschungsber. Biol.-Stat. Plön, 7, 15—24.
- SCHRÖDER, H. (1939): Die Algenflora der Mulde. Ein Beitrag zur Biologie saprober Flüsse. — Pflanzenforschung, 21, 1—88.
- SCHUTOFF, D. A. (1922): Materialien zur Flora der Grünalgen des Wolgaplanktons. — Arb. Biol. Wolga-Stat. 6, 215—232.

- SCHÜTT, F. (1893): Das Pflanzenleben der Hochsee. — Kiel—Leipzig.
- SZEMES, G. (1960): Aufzählung der Kryptogamen aus der Donau in Ungarn. — Annal. Univ. Scien. Budapest. Sect. Biol. 3, 377—400.
- SZEMES, G. (1964): Untersuchungen über das Phytoplankton der ungarischen Donaustrecke im Sommermonaten. — Annal. Univ. Scien. Budapest. Sect. Biol. 7, 169—199.
- SWIRENKO, D. (1926): Plankton of the lower Dniester. — Berr. Wiss. Forsch. — Inst. Odessa, 2, 21—40.
- TALLING, J. F. (1956): The seasonal growth of plankton algae in the Nile near Khartoum. — Annual Rep. Hydrobiol. Res. Univ. Coll. of Khartoum, 3, 8—10.
- UHERKOVICH, G. (1946): A Duna-kutatás megszervezése. (Organisierung der Donau-Forschung.) — Botanikai Közlemények, 43, 29, 39.
- UHERKOVICH, G. (1958): Das Leben der Tisza. IV. Das Potamophytoplankton bei Szeged im Herbst und Winter 1957/58. — Acta Biol. (Szeged), 4, 23—40.
- UHERKOVICH, G. (1959): Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez. I. (Data on the potamophytoplankton in the Tisza River. I.) — Hidrológiai Közlöny, 39, 154—162.
- UHERKOVICH, G. (1965): Über das Potamo-Phytoplankton der Tisza (Theiss) in Ungarn. — Int. Revue ges. Hydrobiol. 50, 269—280.
- UHERKOVICH, G. (1966): Übersicht über das Potamophytoplankton der Tisza (Theiss) in Ungarn. — Hydrobiologia, 28, 252—280.
- VOLK, R. (1908): Mitteilungen über die biologische Elbe-Untersuchung des Naturhistorischen Museums in Hamburg. — Verhand. Naturwiss. Ver. Hamburg, 3. Folge, 15, 1, 54.
- WAWRIK, F. (1962): Zur Frage: Führt der Donaustrom autochtones Plankton? — Arch. f. Hydrobiol. 17, 28—35.
- WYSOCKA, H. (1952): Algues de la Vistule au rayon de Varsovie. I. — Acta Soc. Bot. Polon. 20, 69—118; 21, 369—400.
- ZACHARIAS, O. (1898): Das Potamoplankton. — Zool. Anzeiger, 21,